# Femurschaftfrakturen beim Hund

## Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970–1977

Gabriele Schürrle

1979

Aus der Chirurgischen Tierklinik des Fachbereiches Tiermedizin
der Universität München
Vorstand : Prof. Dr. H. SCHEBITZ

# Femurschaftfrakturen beim Hund
## Behandlung und Ergebnisse
## in den Jahren 1970 - 1977

Inauguraldissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereiches Tiermedizin der Ludwig - Maximilians -
Universität München

von
Gabriele Schürrle
Celle

München 1979

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich

Referent: Prof. Dr. H. Schebitz

Korreferent: Prof. Dr. W. Kraft

Tag der Promotion: 27. Juli 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis


| | | Seite |
|---|---|---|
| A | Einleitung | 1 |
| B | Literatur | 2 |
| | 1. Häufigkeit der Femurschaftfrakturen | 2 |
| | 2. Entstehungsursache, - mechanismus und Bruch - formen | 3 |
| | 3. Frakturheilung und Behandlungsprinzipien | 4 |
| | 4. Behandlungsverfahren | 8 |
| | a. Konservative Therapie | 8 |
| | b. Operative Therapie | 10 |
| | c. Vergleich verschiedener Verfahren im Experiment | 16 |
| | 5. Komplikationen | 18 |
| C | Femurschaftfrakturen des Hundes in der Chirurgischen Universitätstierklinik München | 20 |
| | Dokumentationsanalyse der Jahre 1970 - 1977 | |
| | 1. Häufigkeit, Alters - und Rasseverteilung | 20 |
| | 2. Ursache der Femurschaftfrakturen und zusätzliche Verletzungen | 24 |
| | 3. Lokalisation und Form der Femurschaftfrakturen | 27 |
| | 4. Therapie : Verfahren, Indikationsstellung und Ergebnisse | 31 |
| D | Diskussion | 46 |
| E | Zusammenfassung - Summary | 55 |
| F | Literaturverzeichnis | 57 |

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546803_0032

# A EINLEITUNG

Die Femurschaftfrakturen gehören zu den häufigsten Knochenbrüchen beim Hund. Ein funktionell befriedigendes Heilungsergebnis setzt hier keine exakte Wiederherstellung der anatomischen Situation, jedoch die Vermeidung von Rotationsfehlern und starken Achsenknickungen voraus.

Da mit konservativen Maßnahmen weder Reposition noch Retention bei Oberschenkelbrüchen sicherzustellen sind, steht die operative Versorgung im Vordergrund.

In der Chirurgischen Universitätstierklinik München begann man Anfang der 70-er Jahre die von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) entwickelte Technik der Plattenosteosynthese durchzuführen. Dieses Verfahren verdrängte allmählich die bis dahin bevorzugte Markraumfixation und führte mit zunehmender Erfahrung zu einer sehr weit gefassten Indikation der operativen Therapie.

Anhand der Krankengeschichten der in den Jahren 1970 - 1977 mit Femurschaftfraktur eingelieferten Hunde soll das Ergebnis der verschiedenen Behandlungsverfahren analysiert werden.

## B. LITERATUR

### 1. Häufigkeit der Femurschaftfrakturen

Zusammen mit den Beckenbrüchen liegt die Femurfraktur an der Spitze aller Knochenbrüche beim Hund. Von den langen Extremitätenknochen ist der Femur am häufigsten betroffen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Häufigkeit der Femurfrakturen in der Literatur

| Autoren | Femur | Tibia/ Fibula | Humerus | Radius/Ulna |
|---|---|---|---|---|
| Larsen 1952 (zit. nach Grono) | 25 | 19 | 6 | 29 |
| Puget et Pommery 1959 | 34 | 6 | 4 | 6 |
| Hickman und Walker 1963 (zit. nach Grono) | 43 | 17 | 14 | 17 |
| Grono 1964 | 31 | 13 | 11 | 12 |
| Carter 1964 | 6 | 10 | 4 | 23 |
| Guggenbühl et al. 1973 | 59 | 39 | 19 | 34 |
| Müller 1975 | 30 | 19 | 9 | 25 |
| Summe | 228 | 123 | 67 | 146 |

Innerhalb der Femurfrakturen ist wiederum der Femurschaft häufigste Lokalisation.

PUGET et POMMERY (1959) und SCARTAZZINI (1974) geben die Femurschaftfraktur mit 60 %, THIMEL (1971) mit 66,4 % und GRONO (1964) mit 75,1 % der Oberschenkelbrüche an (Tabelle 2).

Tabelle 2 : Anteil der Diaphysenfrakturen an der Gesamtzahl der Oberschenkelbrüche in der Literatur

| | | |
|---|---|---|
| PUGET et POMMERY | 1959 | 60 % |
| GRONO | 1964 | 75,1 % |
| THIMEL | 1971 | 66,4 % |
| SCARTAZZINI | 1974 | 60 % |

## 2. Entstehungsursache, - mechanismus und Bruchformen

### a. Entstehungsursache

Speziell den Femurschaft betreffend liegen keine Zahlenangaben über Frakturursachen vor. Auf den ganzen Oberschenkel bezogen gaben THIMEL (1971) und HOHN (1973) ebenso wie KÖSTLIN (1973) bei der Entstehung der kniegelenk(nahen) Femurfrakturen als häufigste Ursache den Unfall im Straßenverkehr an.

Der prozentuale Anteil der Verkehrsunfälle nahm mit der wachsenden Verkehrsdichte zu. So hatten nach den Ermittlungen von WRIGHT (1937, zit. nach LUIGGI, 1951) nur 53% der Frakturpatienten einen Unfall in der Anamnese. Dagegen waren von 195 in der Berliner Universitätstierklinik eingelieferten traumatisierten Hunden 185 (95 %) angefahren worden, wovon wiederum 60 % eine Fraktur erlitten hatten (MÜLLER, 1975).

### b. Entstehungsmechanismus und Bruchformen

Wie bei allen Schaftfrakturen unterscheidet man auch am Femurschaft nach dem Verlauf der Bruchlinien Quer-, Schräg-, Spiral-, Stück- und Splitter- bzw. Trümmerfrakturen.

Der Zusammenhang zwischen Bruchmechanismus und Bruchform wurde von LUIGGI (1951) experimentell nachgewiesen. So entsteht nach Biegung eines Röhrenknochens entweder eine Schrägfraktur mit Absprengung eines keilförmigen Knochenstücks an der konkaven Seite (sog. Biegungskeil) oder eine Querfraktur mit schräg verlaufenden Fissurlinien in beiden Fragmenten. Bei Torsion tritt eine Spiralfraktur auf, die meist an der Stelle des kleinsten Querschnitts liegt, wobei die Ansätze von Muskeln oder Sehnen als Loci minoris resistentiae eine weitere Rolle spielen.

Splitter - bzw. Trümmerfrakturen entstehen durch massive Quetschung (Kompressionsfraktur). Da beim Unfall oft mehrere Kräfte einwirken, kommen häufig Kombinationen der Bruchformen vor (SCHEBITZ und BRASS, 1975).

## 3. Frakturheilung und Behandlungsprinzipien

### a. Frakturheilung

Zum besseren Verständnis der Behandlungsprinzipien soll ein kurzer Überblick über die histologischen und pathophysiologischen Grundlagen der Frakturheilung gegeben werden.

Klinisch, röntgenologisch und histomorphologisch unterscheidet man zwei Verlaufsformen, die sekundäre und die primäre Frakturheilung.

#### Die sekundäre Frakturheilung

Diese klassische Form der Knochenbruchheilung ist immer von einer mehr oder minder starken Ausbildung von Kallus begleitet, der ein Ersatz- oder Narbengewebe darstellt. Zur Organisation des Frakturhämatoms und zur Resorption zerstörter Gewebeteile und Knochensplitter sproßt aus der

Umgebung Granulationsgewebe ein, das man nach seinem Ursprung als endostalen, kortikalen, periostalen oder parossalen Kallus bezeichnet. Die perivaskulären Mesenchymzellen des Granulationsgewebes differenzieren sich, je nach Krafteinwirkung, bei weitgehender Ruhigstellung der Frakturenden direkt zu Osteoblasten (angiogene Kallusbildung) bzw. unter Zugbeanspruchung erst nach Einlagerung von kollagenen Fasern (desmale Kallusbildung).

Wirken im Frakturspalt dagegen Druckkräfte mit geringgradigen Schleifbewegungen, wandeln sich die Mesenchymzellen in Chondroblasten um und bilden Knorpelgewebe. Erst nach Verkalkung der Knorpelgrundsubstanz und damit verbundener Stabilisierung der Bruchenden kann auch hier die Umwandlung zu Osteoblasten erfolgen (chondrale Kallusbildung).

Bei allen drei, meist nebeneinander verlaufenden Formen, wird nach Neutralisation der im Frakturspalt herrschenden Kräfte dem Verlauf der Kapillaren folgend Faserknochen gebildet, der in der nun folgenden Transformationsphase in Lamellenknochen umgewandelt wird.

Überschüssiges Kallusgewebe wird abgebaut (Applanation) (SCHENK und WILLENEGGER, 1964, WILLENEGGER et al., 1971, SCHEBITZ und BRASS, 1975).

## Die primäre Frakturheilung

Mit Einführung stabiler Osteosyntheseverfahren in der Frakturbehandlung trat auch ein neuer Typ der Frakturheilung auf, der LANE (1914, zit. nach WILLENEGGER et al., 1971) durch das Fehlen von röntgenologisch sichtbarem Kallus auffiel, und woraus DANIS (1949, zit. nach SCHENK,

und WILLENEGGER, 1964) schloß, daß sich die Heilungsvorgänge in der Kortikalis abspielen müssen (kortikale Heilung).

SCHENK und WILLENEGGER (1963) haben anhand von experimentellen Untersuchungen am Hunderadius nach Druckosteosynthese die primäre Knochenbruchheilung histologisch nachgewiesen.

Voraussetzung für die primäre Frakturheilung ist eine absolut korrekte Reposition der Bruchflächen, die stabil und unter Druck fixiert bis zum Abschluß der Heilungsvorgänge beibehalten wird (SCHEBITZ und BRASS, 1975).

Sind diese Bedingungen erfüllt, so treten zwei Erscheinungsformen auf, die Kontakt- und die Spaltheilung:
Bei direktem Flächenkontakt der Kortikalis wird ein Eindringen von Gefäßen verhindert, die Osteoklasten bauen zerstörtes Knochengewebe ab, und gleichzeitig produzieren die Osteoblasten der vital gebliebenen Havers' schen Systeme neuen Lamellenknochen, sodaß die Osteone den Frakturspalt von beiden Seiten überbrücken und so die Fragmente "verzapfen" (WILLENEGGER et al., 1971). Dieses primäre Ausfüllen mit Lamellenknochen wurde bis zu einer Spaltweite von 200 µm gefunden (SCHENK und WILLENEGGER, 1977).
Die Heilungsvorgänge bei der Kontaktheilung haben eine zeitliche Reihenfolge: Nach dem Trauma tritt zuerst eine Latenzzeit von 2 - 3 Wochen auf, in der weder Ab- noch Aufbauvorgänge stattfinden. Im Anschluß daran beginnt die Resorptionsphase, in der die sog. Osteoklastenstaffel in axialer Richtung einen Resorptionskanal ausbohrt, den die Osteoblasten in der Formationsphase mit neuem Knochengewebe ausfüllen.

Die Osteoklasten arbeiten 1000 mal schneller als die Osteoblasten, sodaß ein Substanzdefizit entsteht, das erst nach Monaten ausgeglichen wird. Diese Erkenntnis ist

wichtig für die Wahl des Zeitpunktes der Implantatentfernung nach Osteosynthese (SCHENK, 1978).

Tritt bei stabiler Fixation ein Spalt zwischen den Bruchenden auf, so sprossen aus dem Periost, dem Endost und den Havers' schen Kanälchen Kapillaren in den Frakturspalt ein. Aus den miteinwandernden perivaskulären Mesenchymzellen differenzieren sich Osteoblasten, die den Trennungsspalt nach dem Prinzip der primär angiogenen Ossifikation mit einem Geflecht aus Faserknochen ausfüllen. Durch konzentrische Abscheidung von Lamellenknochen werden die Spalträume des Geflechtknochens eingeengt zu Havers' schen Kanälen, bzw. wachsen Osteone von der Kortikalis aus in das Fasergeflecht ein (WILLENEGGER, 1971). Dieser Vorgang der Spaltheilung wurde bis zu Spaltweiten von 0,5 mm beobachtet (SCHENK und WILLENEGGER, 1977).

Im Gegensatz zur Kontaktheilung unterscheidet sich die zeitliche Folge bei der Spaltheilung durch eine kurze Latenzzeit von 1 bis 2 Tagen und durch das Fehlen der Resorptionsphase. Der Heilungsvorgang beginnt sofort mit der Bildung von Geflechtknochen, was zu einer schnellen biologischen Stabilisierung führt (SCHENK, 1978).

b. Behandlungsprinzipien

Aus der Kenntnis der Frakturheilung ergeben sich die allgemeinen Behandlungsprinzipien, die BÖHLER 1945 zusammengefaßt hat in

1. Reposition : Bei Schaftfrakturen wird die achsengerechte Lage der Fragmente gefordert um sekundäre Veränderungen in den benachbarten Gelenken zu vermeiden.

2. Fixation und Retention : Durch geeignete operative oder konservative Maßnahmen sollen die Fragmente bis zu ihrer Heilung ruhiggestellt werden.
3. Funktionelle Bewegungstherapie : Um eine Versteifung der Gelenke und eine Muskelatrophie zu vermeiden, sollen so früh wie möglich Gelenke bewegt und Muskeln trainiert werden.

Diese Prinzipien gelten für die konservative und operative Therapie gleichermaßen. Zu welcher Methode man sich entschließt ist eine Frage der Indikation (MÜLLER, 1955, ALLGÖWER, 1971, SCHEBITZ und BRASS, 1975, PRIEUR, 1976). Für die operativen Therapieverfahren werden außerdem aseptische Bedingungen und eine schonende Operationstechnik gefordert, um unphysiologische Reize, z.B. durch Infektionen, zu verhindern (MÜLLER et al., 1969, GUGGENBÜHL et al., 1973, KASA, 1975, SCHEBITZ und BRASS, 1975, PRIEUR, 1976).

## 4. Behandlungsverfahren

Die Ergebnisse der verschiedenen Therapieverfahren in der Literatur werden in Tabelle 3 zusammengefaßt.

### a. Konservative Therapie

Die konservativen Therapieverfahren beschränken sich bei der Oberschenkelschaftfraktur auf die Ruhebehandlung und die Anwendung der Thomasschiene. Andere fixierende Verbände am Oberschenkel sind nicht ausreichend wirksam.

#### Ruhebehandlung

Hierbei handelt es sich um die Ruhigstellung des Patienten,

durch seine Haltung auf engem Raum, wodurch eine "Selbstheilung" herbeigeführt werden soll. Von dieser Methode ist keine exakte anatomische Wiederherstellung der Gliedmaße zu erwarten, jedoch werden gute funktionelle Ergebnisse erzielt, da der Hund durch Änderung der Winkelstellung in Hüft-, Knie- und Sprunggelenk Verkürzungen ausgleiche kann (MÜLLER, 1955, SCHULZE und SCHNEIDER, 1956, EISENMENGER, 1974). Hauptindikation für diese Therapie sind inkomplette oder gering dislozierte Frakturen bzw. stark gesplitterte Brüche (MÜLLER, 1955, SUPPIGER, 1957).

Thomasschiene

Die Thomasschiene stellt ursprünglich einen Extensionsverband dar, der durch spezielle Zugvorrichtungen dem Muskeltonus entgegen wirkt um dadurch eine Reposition zu erreichen (LEONARD, 1971). Sie kann jedoch auch ohne Extension angelegt werden, um die Fragmente in ihrer Lage zu halten. Hierbei wird die Gliedmaße nur entlastet durch Abstützung am Becken. Nach PIERMATTEI (1969) kann mit der Thomasschiene jede Fraktur eines Gliedmaßenknochens ruhiggestellt und die Reposition erhalten werden. Demgegenüber halten viele Autoren die Anwendung der Thomasschiene beim Tier für ungeeignet, da sie selten toleriert werde (SCHULZE und SCHNEIDER, 1956, GRONO, 1964) bzw. das Hüftgelenk nicht ruhiggestellt wird und es leicht zu Achsenfehlern sowie Drucknekrosen und Durchblutungsstörungen kommt (LAWSON, 1963, SCHMIDTKE, 1975, PRIEUR, 1976).

b. Operative Verfahren

Da die konservative Therapie bei der Oberschenkelschaftfraktur keine vollständige Ruhigstellung der Fragmente ermöglicht, wurde auch in der Tiermedizin der operativen Versorgung mehr Beachtung geschenkt. Hier sollen nur die heute üblichen und erfolgsversprechenden Methoden erwähnt werden.

Perkutane Transfixation

(Stader-, Kirschner- Ehmer - und Becker - Schiene)

Bei dieser Methode werden Schrauben, Bohrdrähte oder Nägel proximal und distal der Fraktur in oder durch die Fragmente getrieben und nach Reposition des Bruches extrakutan mit einer Stahl- oder Kunststoffschiene verbunden. Um ausreichende Stabilität zu erreichen, müssen in jedes Fragment mindestens zwei Schrauben bzw. Nägel eingebracht werden, die weder parallel noch in einer Ebene liegen dürfen. Auch sollen sie möglichst weit voneinander entfernt sein, da sonst ein gemeinsamer Drehpunkt entsteht (HÜBNER et al., 1974, SCHEBITZ und BRASS, 1975, KRAAIJENHAGEN, 1975).

Als ein Nachteil dieser Methode betrachtet man das erhöhte Infektionsrisiko, während die relativ einfache technische Handhabung, der geringe materielle Aufwand und die unproblematische Entfernung der Implantate als Vorteil angesehen werden (MÜLLER, 1955, HÜBNER et al., 1974, PRIEUR, 1976). Dieses Verfahren kann praktisch bei allen Diaphysenfrakturen angewendet werden, eignet sich jedoch besonders für Trümmerfrakturen und offene Brüche (HÜBNER et al., 1974, SCHEBITZ und BRASS, 1975, KRAAIJENHAGEN, 1975. PRIEUR, 1976).

Intramedulläre Fixation

Marknagelung nach KÜNTSCHER

Durch die von KÜNTSCHER 1940 entwickelte Marknagelung, die er an Femurdiaphysenfrakturen beim Hund experimentell erprobt hatte, erfuhr die operative Frakturversorgung einen neuen erfolgversprechenden Impuls. Bei der Marknagelung handelt es sich um eine stabile Osteosynthese, wobei die V- bzw. offene Kleeblattform des Küntschernagels zu einer Verklemmung in der Markhöhle führt.

Störende Schub-, Scher- und Biegungskräfte werden vom Nagel aufgenommen, sodaß im Frakturspalt nur noch die Heilung fördernde Druckkräfte herrschen. Wichtig ist hierbei, daß der Nagel die Markhöhle nahezu ausfüllt, um eine Rotation zu verhindern und, daß er lang genug ist, um in der Spongiosa der Meta- und Epiphyse Halt zu finden (KÜNTSCHER, 1940, SCHEBITZ, 1949, KRAAIJENHAGEN, 1975).

SCHWEIBERER et al. (1970) haben das Verhalten der intraossären Gefäße nach Küntschernagelung untersucht und festgestellt, daß die Kortikalis zum größten Teil über die im Knochenmark verlaufende A. nutritia versorgt wird.

Wird das intramedulläre Gefäßsystem infolge Aufbohrens der Markhöhle, Infektion oder Instabilität zerstört, so kann die Ernährung der Kortikalis im Frakturgebiet nicht von den periostalen Gefäßen übernommen werden. Die Revaskularisierung erfolgt erst nach Regeneration der A. nutritia. Aus diesem Grunde wird die Nagelung offener Frakturen als ungeeignet betrachtet (PRIEUR, 1976).

Für die Küntschernagelung geeignet sind Quer- und kurze Schrägfrakturen im mittleren Femurschaftdrittel (LAWSON, 1963, EISENMENGER, 1974, KRAAIJENHAGEN, 1975, SCHEBITZ und BRASS, 1975). MÜLLER (1955) stellt sogar die Forderung, daß

die Fraktur zwischen Einschlagstelle des Nagels und der engsten Stelle des Femurschaftes liegen muß. Nach seinen Messungen liegt die Stelle des geringsten Querschnittes der Markhöhle etwas proximal der Mitte des Femurs (Gesamtlänge x Faktor 0,43).

Im angelsächsischen Sprachraum wird statt des Küntschernagels häufig ein im Querschnitt runder Nagel, der sog. Steinmann- Nagel verwendet.

Bündelnagelung nach HACKETHAL

Durch das 1961 von HACKETHAL veröffentlichte Verfahren der Bündelnagelung erfuhr die Marknagelung eine wertvolle Ergänzung. Bei dieser Methode wird die Markhöhle durch elastische Stifte, sog. Kirschner- Bohrdrähte, ausgefüllt. Durch leichtes Anbiegen der Bohrdrahtspitzen wird erreicht, daß die Nagelenden im Spongiosabereich divergieren. Hieraus ergibt sich eine Rotationsstabilität, auch wenn die Fraktur nicht an der engsten Stelle der Markhöhle liegt.

Somit ist die Bündelnagelung wie die Küntschernagelung für Quer- und kurze Schrägfrakturen geeignet, jedoch kann die Fraktur auch distal der engsten Stelle des Schaftes liegen (EISENMENGER, 1974, SCHEBITZ und BRASS, 1975, KRAAIJENHAGEN, 1975, PRIEUR, 1976).

Rush - pinning

Die Rush- Nagelung stellt keine stabile Osteosynthese dar.

Ihre Wirkung beruht auf dem Prinzip der "dynamischen Verspannung des Pins im Markraum unter gleichzeitiger Ausnützung der Muskelkräfte der Extremität" (DIETZ und LI, 1976).

Der Rush-Pin ist ein im Querschnitt runder Stab mit einer abgeschrägten Spitze, die ihn an der Kortikalis entlang gleiten läßt, und einem Einschlaghaken, der die Drehung und Weichteilverletzung verhindern soll. Durch die Krümmung des Nagels wird die Verspannung in der Markhöhle erreicht (3 - Punktdruck), die eine Rotationsstabilität zur Folge haben soll.

Während SUPPIGER (1957), THIMEL (1971), DIETZ und LI (1976) den Rush-Pin zur Versorgung von Femurdiaphysenfrakturen für geeignet halten, SUPPIGER sogar lange Schräg- und Splitterbrüche mit 2 Rush-Pins (einem vom Trochanter major und einen vom medialen Condylus aus eingeschlagen) versorgt, lehnen andere Autoren die Rush-Nagelung bei Schaftfrakturen ab (LAWSON, 1959, EISENMENGER, 1974, KRAAIJENHAGEN, 1975, PRIEUR, 1976).

Markraumschraube

Die Markraumschraube soll besonders bei distalen Schaftfrakturen vorteilhaft sein, weil die Schraube in der Spongiosa der Meta- und Epiphyse festeren Halt findet (SINGLETON, 1966) als ein Nagel. Außerdem soll die Gefahr der Aufsplitterung des distalen Fragmentes beim Eindrehen einer Schraube geringer sein als beim Einschlagen eines Nagels (BECKER, 1959).

TEICHMANN (1961) und THIMEL (1971) berichten über gute Ergebnisse nach Anwendung der Markraumschraube bei Femurschaftfrakturen.

Kompressionsosteosynthese

Ende der 60 er Jahre begann man die von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) für den Menschen entwickelte Technik der Kompressionsosteosynthese am Hund zu erproben. Die Kompression kann bei langen Schräg-, Spiral- oder Mehrfragmentbrüchen in Form der interfragmentären Kompression durch Verschraubung der Frakturenden erreicht werden. Reicht diese Verschraubung allein nicht aus, um die Fraktur bewegungs- und belastungsstabil zu fixieren, wird außerdem zur Verteilung der auf die Schrauben wirkenden Scher- und Biegungskräfte eine Neutralisationsplatte angebracht.

Bei Quer- bzw. kurzen Schrägfrakturen sowie Mehrfragmentbrüchen,die nach Splitterfixation in derartige Frakturformen umgewandelt wurden, erfolgt die Kompression in axialer Richtung (axiale Kompression) mit Zuggurtungsplatten. Diese Platten werden an der Zugseite des Knochens angebracht, sodaß Zug- in Druckkräfte umgewandelt werden. Die Kompression wird entweder durch die Anwendung eines Plattenspanngerätes oder durch Verwendung sog. Selbstspannender Platten (Dynamische Compressionsplatte = DCP) erzielt.

Hieraus ergibt sich, daß die Plattenosteosynthese nach dem AO - Prinzip praktisch für alle Frakturformen geeignet ist (DANIELS, 1972, GUGGENBÜHL et al., 1973, WINSTANLEY, 1974, SCHEDITZ und BRASS, 1975, KASA, 1975, PRIEUR, 1976).

Tabelle 3: Behandlungsmethoden und Ergebnisse konservativ und operativ versorgter Femurschaftfrakturen des Hundes in der Literatur

| Methode | Verfasser | Jahr | Zahl | Ergebnisse gut | Komplikationen | schlecht |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ruhe | Schulze und Schneider | 1956 | 18 | 18 | - | - |
| | Thimel | 1971 | 49 | 35 | 8 | 14 |
| Thomas-schiene | Thimel | 1971 | 17 | 13 | 4 | 4 |
| Küntscher | Küntscher | 1940 | 5 | 4 | - | - |
| | Schulze und Schneider | 1956 | 15 | 10 | - | - |
| | Thimel | 1971 | 156 | 123 | 42 | 33 |
| Steinmann-Nagel | Grono | 1964 | 54 | 51 | - | 3 |
| | Thimel | 1971 | 24 | 18 | 10 | 6 |
| | Dietz und Li | 1976 | 7 | 6 | - | - |
| Markraum-schraube | Teichmann | 1961 | 3 | 2 | 1 | - |
| | Thimel | 1971 | 12 | 11 | 1 | 1 |
| Platte | Hickcox | 1970 | 2 | 2 | - | - |

Spongiosaplastik

Bei primären Splitterdefekten und nach Sequestrotomie ist die Transplantation von Spongiosa angezeigt. Sie wird besonders bei Femurschaftfrakturen empfohlen, da hier die Gefahr des Implantatbruches bei fehlender Fragmentauflage besonders groß ist (MÜLLER et al., 1969, LEONARD, 1971, HAUSER, 1974).

Die Wirkung der Spongiosa liegt in ihrer Eigenschaft die Knochenneubildung anzuregen. Ihre hohe osteogenetische Potenz beruht auf ihrem Gehalt an Osteoblasten und leicht abbaufähiger Knochengrundsubstanz. Die autologe Spongiosa ist hierin der homologen überlegen, da bei der homologen Spongiosa nach 2 - 3 Wochen infolge eines T - Antigens Immunreaktionen ablaufen, die zum vaskulären und zellulären Untergang des Transplantates führen (SAUR et al., 1978, DAMBE et al., 1978).

C. Vergleich verschiedener Verfahren im Experiment

1966 untersuchte ANDERSON an 79 experimentell erzeugten Femurschaftfrakturen beim Hund Art der Kallusbildung und Heilungsdauer nach 5 verschiedenen Therapieverfahren. Zum Vergleich standen:

1. Ruhebehandlung
2. die Markhöhle nicht ausfüllende Nagelung
3. stabile Küntschernagelung
4. Plattenosteosynthese mit Kompression und
5. Plattenosteosynthese ohne Kompression

Die Auswertung erfolgte anhand der Röntgenaufnahmen und der mikroskopischen Befunde. Ergebnis dieser Untersuchungen war, daß die Plattenosteosynthese mit Kompression

die geringste Kallusbildung und die schnellste Heilung zur Folge hatte. Mit der Küntschernagelung, wie auch mit der Plattenosteosynthese ohne Kompression wurden noch gute Ergebnisse erzielt, jedoch waren die Implantate zum Teil gelockert. Bei der den Markraum nicht ausfüllenden Nagelung und der Ruhebehandlung war infolge der Instabilität eine starke Kallusbildung und eine verzögerte Heilung zu verzeichnen.

BRADEN and BRINKER (1973 und 1976) haben anhand von 61 bzw. 36 experimentell erzeugten Femurschaftquerfrakturen beim Beagle 3 Methoden verglichen:
1. die intramedulläre Fixation mit einem Steinmann - Nagel, der 75 % der Markhöhle ausfüllte,
2. die Markraumfixation mit einem Nagel, der 50 % der Markhöhle ausfüllte in Kombination mit einer perkutanen Transfixation und
3. die Zuggurtungsplatte.
Beurteilt wurde die Gliedmaßenfunktion über einen Zeitraum von 10 Wochen. Danach wurden die Hunde eingeschläfert und der Grad der knöchernen Konsolidierung festgestellt.

Die volle Funktion wurde am schnellsten nach Plattenosteosynthese erreicht, am spätesten nach alleiniger Nagelung. Ursache für die schlechte Belastung war bei der perkutanen Fixation die Irritation der Bohrdrähte am M. vastus lateralis, bei der alleinigen Nagelung die Wanderung des Nagels. Alle Oberschenkel mit Nagel und zusätzlicher perkutaner Transfixation waren knöchern verheilt, während nach Plattung nur 91 % knöchern konsolidiert waren. Die alleinige Nagelung hatte das schlechteste Ergebnis, nur 64,2 % der Frakturen waren verheilt, in 42 % waren Rotationsfehler aufgetreten. BRADEN and BRINKER halten deshalb die Marknagelung ohne äußere Fixation beim erwachsenen Hund für ungeeignet.

In einer . die Druck - und Biegungsfestigkeit beider Ober-

schenkelknochen vergleichenden Untersuchung 10 Wochen nach der Frakturversorgung, erreichten die Oberschenkel nach Plattung nur 36,0 % bzw. 36,7 % ihrer früheren Festigkeit, während durch Nagelung und extrakutane Fixation versorgte Knochen 80,2 % und 89,2 % erreichten. Die Nagelung ohne zusätzliche Fixation lag mit 61,9 % und 58,3 % in der Mitte. Ursache für diese mangelnde Festigkeit nach Plattung liegt in der sog. "Stress protection", d.h. im Fernhalten der physiologischen Reize vom Knochen durch die Platte (BRADEN et al., 1973).

## 5. Komplikationen

Hauptursachen für Komplikationen sind Knochendefekte, Fragmentnekrosen, Instabilität und Infektion. Die beiden ersten Ursachen lassen sich bei stabiler Fixation der Fragmente nach Entfernung devitalisierter Knochenzonen durch die Transplantation autologer Spongiosa zur Ausheilung bringen. Auch für die Behandlung der Infektion (Osteomyelitis) ist die stabile Osteosynthese Grundvoraussetzung. FRIEDRICH und RÖMEN (1975) haben anhand von tierexperimentellen Untersuchungen nachgewiesen, daß die Frakturheilung unter stabilen Verhältnissen trotz Osteomyelitis fortschreitet, bzw. die Infektion klinisch garnicht manifest wird. Zur Bekämpfung der Osteomyelitis werden darüber hinaus antibakterielle Spüldrainagen über einige Tage und gezielte Antibiotikagaben über längere Zeit empfohlen (MÜLLER, 1971, ALLGÖWER, 1972, FRIEDRICH und KAUFNER, 1975 SCHEBITZ und BRASS, 1975, MUHR und TREUTZ, 1976, PRIEUR, 1977).

Ursache für die Instabilität sind neben fehlerhafter Osteo-

synthesetechnik oder falscher Wahl der Implantate Splitter- bzw. Trümmerbrüche, die nach Entfernung von Splittern nicht optimal stabil fixiert werden können.

Häufig tritt nach Instabilität ein Plattenbruch auf. Hierbei handelt es sich auf Grund von Schwingungen im Metall um einen Ermüdungsbruch, der immer im Schraubenloch stattfindet, da hier die geringste Biegungsstabilität vorliegt (SCHERITZ und BRASS, 1975, HOLZ et al., 1977, MEYER und RAUTENBERG, 1977, PRIEUR, 1977).

C. Femurschaftfrakturen des Hundes in der Chirurgischen Universitätstierklinik München

Dokumentationsanalyse der Jahre 1970 - 1977

1. Häufigkeit, Alters- und Rasseverteilung

a. Gesamtzahl der Femurfrakturen, Anteil epi-, meta- und diaphysärer Brüche

Von 1970 - 1977 wurden in der Chirurgischen Tierklinik der Universität München 798 Hunde mit 811 Femurfrakturen eingeliefert. 13 Hunde hatten eine Fraktur beider Oberschenkel.

Nahezu 2/3 der Oberschenkelbrüche (63,4 %) waren in der Diaphyse lokalisiert (Tab. 4).

Tabelle 4 : Lokalisation von 811 Femurfrakturen und Alter der Hunde

| Alter / Lokalisation | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10 - 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| prox. Epi- und Metaphyse | 8 | 50 | 15 | 9 | 21 | 103 (12,7) |
| Diaphyse | 35 | 89 | 76 | 64 | 250 | 514 (63,4) |
| dist. Meta- und Epiphyse | 15 | 46 | 30 | 9 | 94 | 194 (23,9) |
| Summe | 58 | 185 | 121 | 82 | 365 | 811 (100) |

b. Altersverteilung bei Femurschaftfrakturen

Etwas über die Hälfte (51,4 %) aller Femurschaftfrakturen entstanden bei Hunden im ersten Lebensjahr, davon wiederum die Hälfte (24,2 %) in den ersten 6 Lebensmonaten. Älter als 3 Jahre waren nur 17 % der Patienten (Tab. 5).

Tabelle 5 : Altersverteilung bei 512 Hunden mit Femurschaftfraktur

| Alter | n | % |
|---|---|---|
| bis 3 Monate | 35 | 6,8 |
| 4 - 6 Monate | 89 | 17,4 |
| 7 - 9 Monate | 75 | 14,6 |
| 10 - 12 Monate | 64 | 12,5 |
| 1 - 3 Jahre | 164 | 32,0 |
| 4 - 5 Jahre | 37 | 7,2 |
| 6 - 10 Jahre | 40 | 7,8 |
| älter als 10 Jahre | 8 | 1,6 |
| Summe | 512 | 99,9 |

c. Rassenverteilung

Hunde der großwüchsigen Rassen lagen in der Häufigkeit mit 56,8% an der Spitze, gefolgt von Hunden der mittelgroßen Rassen mit 1/3 und den Hunden kleinwüchsiger Rassen, die mit nur 10 % den geringsten Teil ausmachten. Der Deutsche Schäferhund, Pudel und Dackel waren die häufigsten Vertreter dieser drei Gruppen (Tabelle 6).

Tabelle 6 : Rassen

| großwüchsige | | mittelgroße | | kleinwüchsige | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dt. Schäferhund | 105 | Pudel | 64 | Dackel | 31 |
| Dt. Draht- und Kurzhaar | 38 | mittelgroßer Bastard | 43 | kleinwüchsiger Bastard | 6 |
| Collie | 33 | Spaniel | 20 | Zwergpudel | 4 |
| Boxer | 29 | Schnauzer | 9 | Yorkshire Terrier | 2 |
| großwüchsiger Bastard | 25 | kleiner Münsterländer | 7 | Zwergschnauzer | 2 |
| Dalmatiner | 13 | Foxterrier | 6 | Zwergspitz | 2 |
| Bernhardiner | 10 | Spitz | 6 | Ital.Windspiel | 1 |
| Dobermann | 5 | Jagdterrier | 5 | Scotch Terrier | 1 |
| Afghane | 5 | Wachtel | 5 | Highland Terrier | 1 |
| Rottweiler | 5 | Bullterrier | 1 | Rehpinscher | 1 |
| Dogge | 5 | Chow - Chow | 1 | | |
| Setter | 4 | Puli | 1 | | |
| Airedale | 2 | Basset | 1 | | |
| Neufundländer | 2 | Gebirgsschweißhund | 1 | | |
| Berner Sennenhund | 2 | Welsh Terrier | 1 | | |
| Pointer | 2 | Sheltie | 1 | | |
| Kuvasz | 2 | | | | |
| Barsoi | 1 | | | | |
| Magyar Viszla | 1 | | | | |
| Summe | 291 (56,8 %) | | 170 (33,2 %) | | 51 (10,0 %) |

## 2. Ursache der Femurschaftfrakturen und zusätzliche Verletzungen

### a. Ursache

Die Femurschaftfrakturen entstanden am häufigsten bei Unfällen im Straßenverkehr (74,6 %). Dagegen waren Sturz oder Sprung aus größerer Höhe (5,9 % bzw. 2,5 %) bzw. Tritt, Beißerei, Schußverletzung oder das Einklemmen in eine Tür eine seltene Ursache.

Bei 13,3 % der Patienten konnte der Besitzer keine Angaben zur Anamnese machen (Tabelle 7).

Tabelle 7 : Frakturursache in den verschiedenen Altersgruppen

| Alter / Ursache | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10 - 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verkehrsunfall | 16 | 71 | 59 | 46 | 190 | 382 (74,6) |
| Sturz | 7 | 1 | 1 | 4 | 17 | 30 (5,9) |
| Sprung | 3 | 2 | 3 | 5 | - | 13 (2,5) |
| Tritt | 2 | 2 | - | 1 | 2 | 7 (1,4) |
| Biß | 1 | - | 1 | - | 5 | 7 (1,4) |
| Schuß | - | - | - | - | 3 | 3 (0,6) |
| eingeklemmt | - | 1 | 1 | - | - | 2 (0,4) |
| unbekannt | 6 | 12 | 10 | 8 | 32 | 68 (13,3) |
| Summe | 35 | 89 | 75 | 64 | 249 | 512 (100,1) |

b. Zusätzliche Verletzungen

Zusätzliche Verletzungen kamen vor allem nach Autounfällen vor. 97 (19 %) der 512 Patienten mit Femurschaftfraktur hatten 113 zusätzliche Knochenbrüche (16 Patienten mit 2 zusätzlichen Frakturen), 2 Hunde eine Fraktur beider Oberschenkelschäfte erlitten. Bei 3,5 % der Patienten wurden Luxationen und/ oder Bandrupturen festgestellt. 11,5 % der Tiere waren lebensbedrohlich verletzt. Besonders häufig polytraumatisiert waren Hunde kleinwüchsiger Rassen (Tabelle 8).

Die zusätzlichen Verletzungen sind in Tabelle 9 aufgeführt. Auffällig sind die hohe Anzahl an Beckenbrüchen, besonders beim kleinwüchsigen Hund und, als nicht seltene Begleitverletzung, Luxationen des frakturierten Oberschenkels bei Hunden mittelgroßer und kleiner Rassen.

Tabelle 8 : Zusätzliche Verletzungen bei Femurschaftfrakturen und ihre Verteilung auf Hunde groß-, mittel- und kleinwüchsiger Rassen

| | große Hunde | mittelgroße Hunde | kleine Hunde | Summe |
|---|---|---|---|---|
| Femurschaft-frakturen | 291 | 170 | 51 | 512 |
| Zusätzliche Frakturen | 47 (16,2%) | 40 (23,5%) | 26 (51,0%) | 113 (22,1%) |
| Luxationen und/ oder Bandrupturen | 5 (1,7%) | 9 (5,3%) | 4 (7,8%) | 18 (3,5%) |
| Lebensbedrohliche Verletzungen | 35 (12,0%) | 16 (9,4%) | 7 (13,7%) | 58 (11,3%) |
| Summe | 87 (30,0%) | 65 (38,2%) | 37 (72,5%) | 189 (36,9%) |

Tabelle 9 : Art der zusätzlichen Verletzungen

| | großer Hund | mittelgroßer Hund | kleiner Hund |
|---|---|---|---|
| A Frakturen | | | |
| Becken | 27 | 30 | 18 |
| Unterschenkel | 4 ( 3) | 3 | 2 ( 1) |
| Unterarm | 5 ( 3) | 1 | 2 ( 1) |
| Wirbel | 2 | 3 | - |
| Schädel | 3 | 2 | 1 |
| Oberschenkel, gelenk(nah) | 1 | - | 2 |
| Mittelfuß | 1 | 1 | - |
| Kreuzbein | - | - | 1 |
| Oberarm | 1 | - | - |
| Schulterblatt | 1 | - | - |
| Mittelhand | 1 | - | - |
| Rippen | 1 | - | - |
| Summe | 47 ( 6) | 40 | 26 ( 2) |
| B Luxationen | | | |
| Oberschenkel | - | 7 ( 5) | 3 ( 2) |
| Unterarm | 2 | - | - |
| Summe | 2 | 7 ( 5) | 3 ( 2) |
| C Band (aus) riß | | | |
| Vorderfußwurzel-gelenk | 1 | 1 | 1 |
| Kniegelenk | 1 | 1 | - |
| Hinterfußwurzel-gelenk | 1 | - | - |
| Summe | 3 ( 1) | 2 ( 1) | 1 |

( ) [illegible] Seite

Tabelle: 9 Fortsetzung

| | | großer Hund | mittelgroßer Hund | kleiner Hund |
|---|---|---|---|---|
| D | Lebensbedrohliche Verletzungen | | | |
| | Schock | 14 | 7 | 2 |
| | Hämopneumothorax | 14 | 3 | 2 |
| | Milz- und/ oder Leberruptur | 4 | 2 | - |
| | Commotio cerebri bzw. spinalis | - | 3 | 2 |
| | Perforierende Thorax- bzw. Abdomenverletzung | 1 | - | 1 |
| | Blasenruptur | 1 | - | - |
| | Zwerchfellshernie | 1 | 1 | - |
| | Summe | 35 | 16 | 7 |

3. Lokalisation und Form der Femurschaftfrakturen

a. Lokalisation

Aus Gründen der Indikationsstellung wird der Femurschaft in das proximale, das mittlere und das distale Drittel unterteilt. Häufigste Lokalisation war in allen Altersstufen das mittlere Schaftdrittel (60,9%). Auffällig ist außerdem, daß die Fraktur beim jungen, bis 3 Monate alten Hund nicht selten im distalen Schaftdrittel lag (37,1 %), während die Frakturen im proximalen Drittel vorwiegend beim erwachsenen Hund diagnostiziert wurden (29,2 %). Von 20 offenen Frakturen kamen 17 beim ausgewachsenen Hund vor. Auch hier war die häufigste Lokalisation das mittlere Schaftdrittel (Tabelle 10).

Tabelle 10 : Lokalisation von 514 Femurschaftfrakturen

| Alter | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10 - 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| proximales Drittel | 3(8,6%) | 14(15,7%) | 11(14,5%) | 6(9,4%) | 73(29,2%) [1] | 107(20,9%) [1] |
| mittleres Drittel | 19(54,3%) | 71(79,8%) [2] | 55(72,4%) | 45(70,3%) [1] | 123(49,2%) [13] | 313(60,9%) [16] |
| distales Drittel | 13(37,1%) | 4(4,5%) | 10(13,2%) | 13(20,3%) | 54(21,6%) [3] | 94(18,5%) [3] |
| Summe | 35 | 89 [2] | 76 * | 64 [1] | 250 * [17] | 514 [20] |

* ein Hund mit Femurschaftfraktur beider Seiten

[ ] davon offene Frakturen

b. Frakturform

Selten wurden am Femurschaft glatte Quer-, Schräg- oder Spiralbrüche (27,0%) diagnostiziert. Dagegen stellten Frakturen mit mittelgroßen und großen Splittern mit über 50% den größten Anteil. Brüche mit mittelgroßen und großen Splittern kamen vor allem beim erwachsenen Hund, jedoch mit 25,7% auch schon beim ganz jungen Hund (bis 3 Monate) vor (Tabelle 11).

Tabelle 11: Häufigkeit der Splitterfrakturen und ihre Altersverteilung

| Alter / Fraktur | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10- 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ohne Splitter | 16 | 33 | 27 | 20 | 43 | 139 (27,0%) |
| mit kleinen Splittern | 10 | 19 | 9 | 13 | 37 | 88 (17,1%) |
| mit mittelgr. und großen Splittern | 9 | 37 | 40 | 31 | 170 | 287 (55,8%) |
| Summe | 35 | 89 | 76 | 64 | 250 | 514 (99,9%) |

ordnet man Splitterfrakturen, die nach Reposition des bzw. der Splitter in Quer-, Schräg- oder Spiralbrüche umgewandelt werden können, diesen Bruchformen zu, so ergab sich folgende Verteilung:

Biegungsbrüche mit quer verlaufender Frakturlinie traten in allen Altersstufen am häufigsten auf, gefolgt von Schrägfrakturen mit und ohne Biegungskeil. Mehrfragmentbrüche mit starker Splitterung bzw. Trümmerfrakturen lagen an 3. Stelle, während Torsionsbrüche mit oder ohne Aussprengung eines Drehkeils den geringsten Anteil stellten. Stark gesplitterte - bzw. Trümmerfrakturen wie auch Spiralbrüche kamen in den ersten drei Lebensmonaten nicht vor (Tabelle 12).

Tabelle 12 : Frakturformen und ihre Altersverteilung

| Alter / Fraktur | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10- 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quer * | 24 (68,6%) | 44 (49,4%) | 35 (46,1%) | 34 (53,1%) | 125 (50,0%) | 262 (51,0%) |
| Schräg * | 11 (31,4%) | 27 (30,3%) | 16 (21,1%) | 16 (25,0%) | 54 (21,6%) | 124 (24,1%) |
| Splitter, Trümmer | - | 3 (3,4%) | 13 (17,1%) | 10 (15,6%) | 51 (20,4%) | 77 (15,0%) |
| Spiral * | - | 15 (16,9%) | 12 (15,8%) | 4 (6,3 %) | 20 (8,0 %) | 51 (9,9 %) |
| Summe | 35 (100,0%) | 89 (100,0%) | 76 (100,0%) | 64 (100,0%) | 250 (100,0%) | 514 (100,0%) |

* mit und ohne Biegungs- bzw. Drehkeil

## 4. Therapie : Verfahren, Indikationsstellung und Ergebnisse

Von 512 mit Femurschaftfrakturen eingelieferten Hunden wurden 459 mit 461 Frakturen behandelt (2 Patienten hatten eine Fraktur beider Femurschäfte). 36 Patienten wurden auf Wunsch des Besitzers oder auf Grund einer schlechten Prognose eingeschläfert. 14 Patienten starben kurz nach der Einlieferung an den Folgen des Unfalls, 3 weitere direkt nach der operativen Versorgung der Oberschenkelfraktur an einem Kreislaufversagen. Diese 3 Hunde wurden bei den Behandlungsverfahren nicht berücksichtigt.

Die Wahl des Therapieverfahrens erfolgte nach der Röntgenuntersuchung in zwei Ebenen anhand der Frakturlokalisation und -form.

Mitentscheidend für die Indikationsstellung waren das Alter des Patienten und zusätzliche Verletzungen. Die Behandlung der Femurschaftfraktur wurde zum frühest möglichen Zeitpunkt, durchschnittlich zwei Tage nach dem Trauma vorgenommen.

Die Therapieverfahren verteilten sich auf: 73 konservativ behandelte Frakturen, 12 davon unter Verwendung einer Thomasschiene, 73 Markraumfixationen, 299 Plattenosteosynthesen, 14 Kompressionsosteosynthesen allein mit Schrauben, 1 perkutane Transfixation und 1 Amputation.

Nach der operativen Behandlung erhielten die Patienten in der Regel einen Antibiotikaschutz über 4 Tage und wurden durchschnittlich 12,5 Tage stationär in der Klinik behandelt.

Die Nachuntersuchungen erfolgten in der Klinik, die Beurteilung wurde anhand der klinischen und röntgenologischen Befunde vorgenommen. Als "gut" wurde das Ergebnis bezeichnet, wenn der Patient nicht lahmte, die Fraktur

röntgenologisch ohne bedeutsamen Achsenfehler verheilt war, und an den benachbarten Gelenken keine Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans nachweisbar waren. War die Fraktur röntgenologisch noch sichtbar und hatte der Patient keine Beschwerden, so wurde das Resultat als "gut mit Vorbehalt" bewertet. In einigen Fällen gingen die Hunde zum Zeitpunkt der Untersuchung lahm, obgleich die Femurschaftfraktur palpatorisch und röntgenologisch achsengerecht verheilt war. Die Lahmheitsursache lag hierbei nicht in der Oberschenkelschaftfraktur, sondern in Gelenksveränderungen oder neurologischen Ausfällen. Dabei spielten besonders die Arthropathia deformans im Hüftgelenk nach Acetabulumfraktur oder die Ischiadikuslähmung nach Darmbeinfraktur eine Rolle. Diese Befunde wurden als "unbefriedigend, behandlungs- bzw. operationsunabhängig" bezeichnet.

"Unbefriedigend, behandlungs- bzw. operationsabhängig" bleiben die Fälle, in denen die Fraktur entweder aufgrund einer Instabilität bzw. einer Infektion auch nach erneuter Therapie nicht verheilten, oder wenn der Bruch in einer Fehlstellung konsolidiert war, die zu Beschwerden führte.

a. Konservative Therapie

Die konservative Therapie bestand meist (61 mal) in einer Ruhebehandlung, d.h. die Patienten wurden durchschnittlich 12 Tage stationär in einer kleinen Box gehalten. Danach wurde dem Besitzer geraten, den Hund auf möglichst engem Raum zu halten, wobei sich bei jungen Hunden bzw. kleinwüchsigen Rassen der Kinderlaufstall bewährte.

In 12 Fällen kam die Thomasschiene zur Anwendung, die jedoch zwischen dem 2. und 10. Tag nach ihrer Anbringung wieder abgenommen wurde, da Zirkulationsstörungen oder Druckstellen auftraten. Sie ist deshalb in den Ergebnissen nicht getrennt

aufgeführt.

Die Indikation zur konservativen Therapie wurde entweder auf Grund des Alters des Patienten oder der Frakturform gestellt. Den größeren Anteil stellten junge Hunde, wobei in den ersten 6 Monaten auch glatte Brüche durch Ruhe behandelt wurden. Bei älteren Hunden hingegen gab meist die starke Splitterung Anlaß zur konservativen Behandlung (Tabelle 14).

Von 73 konservativ behandelten Patienten mit Femurschaftfrakturen konnte nur 12 nachkontrolliert werden. 9 davon kamen nach durchschnittlich 3,4 Monaten, 3 nach 3 1/2 bzw. 4 Jahren zu einer Nachuntersuchung. Bei 4 Hunden war das Ergebnis als "gut" zu beurteilen. Bei einem Patienten ließen die Befunde ein gutes Ergebnis erwarten, zwei andere lahmten, was jedoch nicht mit der gut verheilten Femurschaftfraktur in Zusammenhang stand. 5 mal wurde das Ergebnis mit "unbefriedigend, behandlungsabhängig" beurteilt: 3 Hunde lahmten auf Grund eines Rotationsfehlers, 2 wegen einer starken Achsenknickung. Die Lahmheit war geringgradig und verstärkte sich nach längerer Belastung (Tabelle 13).

Tabelle 13 : Behandlungsergebnisse nach konservativer Therapie

| Alter | behandelt | kontrolliert | gut | gut mit Vorbehalt | unbefriedigend behand.unab. | unbefriedigend behand. abh. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - 3 Monate | 13 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 - 6 Monate | 11 | 3 | 2 | - | - | 1 |
| 7 - 9 Monate | 12 | 2 | 1 | - | - | 1 |
| 10 - 12 Monate | 7 | - | - | - | - | - |
| älter als 1 Jahr | 30 | 3 | - | - | 1 | 2 |
| Summe | 73 | 12 | 4 | 1 | 2 | 5 |

Tabelle 14 : Bruchformen konservativ behandelter Frakturen und Alter der Hunde

| Alter / Frakturen | 1 - 3 Monate | 4 - 6 Monate | 7 - 9 Monate | 10 - 12 Monate | älter als 1 Jahr | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ohne bzw. mit kleinen Splittern | 4 | 1 | - | - | 2 | 7 |
| mit mittelgroßen und großen Splittern | 9 | 10 | 12 | 7 | 28 | 66 |
| Summe | 13 | 11 | 12 | 7 | 30 | 73 |

b. Markraumfixation

Von 1970 bis 1975 wurden 73 Markraumfixationen durchgeführt (29 wurden gedeckt, 44 offen genagelt), in den folgenden Jahren keine mehr. Die Indikation für die Nagelung wurde anfangs auf Grund der noch mangelnden Erfahrung mit der Plattenosteosynthese sehr weit gefaßt.

Verwendung fanden vor allem Küntschernägel (34 mal) und mehrere Bohrdrähte (26 mal). Der Rush-Pin dagegen wurde nur 12 mal, die Markraumschraube nur 1 mal als Kraftträger verwendet (Tabelle 15).

52 (71,2%) der intramedullär fixierten Frakturen konnten nach durchschnittlich 3,2 Monaten nachuntersucht werden. Bei 28 Hunden wurde ein "gutes" Ergebnis ermittelt, bei 8 war ein gutes Ergebnis zu erwarten. 3 Patienten behielten eine Lahmheit, obwohl die Femurschaftfraktur röntgenologisch und klinisch gut verheilt war. Die Ursache lag in einer Arthropathia deformans infolge eines zusätzlichen Gelenktraumas (unbefriedigend - operationsunabhängig). Bei 15 Markraumfixationen kam es zu einer Komplikation (Tabelle 16). Ihre Ursache lag 9 mal in einer Instabilität, die bei 4 Patienten eine Dislocatio ad peripheriam verursachte. Bei einem Patienten kam es nach der Bündelnagelung zu einer Osteomyelitis, bei 4 anderen waren Instabilität und Infektion kombiniert. Ein vier Monate alter Hund ging zum Zeitpunkt der Untersuchung mittelgradig lahm aufgrund einer operationsbedingten Valgastellung des Schenkelhalses und einer Arthropathia deformans im Hüftgelenk nach Küntschernagelung.

Bei 4 der mit Komplikationen behafteten Markraumfixationen wurde ein zweiter operativer Eingriff vorgenommen (3 mal Küntschernagelung, 1 mal Plattung), der in 1 Fall zu einem vorbehaltlich guten und 1 mal zu einem weiterhin unbefriedigenden Endergebnis führte. Zwei dieser Komplikationen

konnten nicht nachkontrolliert werden. Bei 11 Patienten wurde keine zweite Operation durchgeführt. 1 Fraktur heilte durch Ruhetherapie und Antibiotikagabe aus, die restlichen 10 blieben im Endresultat unbefriedigend.

Diese 11 im Endergebnis unbefriedigenden Behandlungsergebnisse machen 21,2 % der nachkontrollierten Fälle aus.

Vergleicht man die Komplikationsrate der 4 Methoden (Tabelle 15), so liegt die Bündelnagelung mit 31,6 % an der Spitze, gefolgt von der Küntschernagelung mit 24 % und dem Rush-Pin mit 16,7 %. Da die Markraumschraube nur einmal zur Anwendung kam, kann sie nicht beurteilt werden.

Betrachtet man die Komplikationshäufigkeit im Zusammenhang mit der offenen bzw. gedeckten Nagelung, so ergeben sich keine Unterschiede: nach 44 offen genagelten Frakturen traten 9 Komplikationen auf (20,5%) nach 29 gedeckt genagelten 6 (20,7%).

Das beste Ergebnis (gut bzw. gut mit Vorbehalt) wurde trotz der hohen Komplikationsrate nach der Bündelnagelung mit 73,7 % der nachkontrollierten Patienten ermittelt, gefolgt von der Rush-Nagelung mit 71,4 % und der Küntscher-Nagelung mit 68 %.

Die Rush-Pin Methode wurde vor allem beim erwachsenen, kleinwüchsigen Hund angewendet, während die Bündelnagelung fast ausschließlich beim jungen Hund Anwendung fand. Nur die Küntscher-Nagelung wurde in allen Altersstufen angewendet. Hier waren die Ergebnisse beim jungen Hund besser als beim Erwachsenen.

Tabelle 15 : Behandlungsergebnisse nach Markraumfixation

| Alter | Therapie | behandelt | kontrolliert | Ergebnisse: gut | gut mit Vorbehalt | unbefriedigend op.abhäng. | unbefriedigend op.unabhäng. | Kompl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-3 Mon. | KÜNTSCHER-Nagelung | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 4-6 Mon. | | 12 | 9 | 3 | 2 | 2(2) | 2 | 2 |
| 7-9 Mon. | | 6 | 4 | 2 | 1 | 1(1) | - | 1 |
| 10-12 Mon. | | 4 | 3 | 3 | - | - | - | - |
| Älter als 1 Jahr | | 10 | 8 | 3 | 2(1) | 2(2) | 1 | 3 |
| Summe | | 34 | 25 | 12 (68 %) | 5(1) | 5(5) | 2 | 6 (24%) |
| 1-3 Mon. | RUSH-Nagelung | 2 | - | - | - | - | - | - |
| 4-6 Mon. | | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 7-9 Mon. | | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 10-12 Mon. | | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Älter als 1 Jahr | | 7 | 5 | 2 | 1 | 2(2) | - | 2 |
| Summe | | 12 | 7 | 4 (71,4 %) | 1 | 2(2) | - | 2 (16,7%) |
| 1-3 Mon. | BÜNDELNAGELUNG | 8 | 7 | 5 | 1 | 1(1) | - | 1 |
| 4-6 Mon. | | 13 | 9 | 6 | 1(1) | 1(1) | - | 3 * |
| 7-9 Mon. | | 2 | 2 | 1 | - | 1(1) | - | 1 |
| 10-12 Mon. | | - | - | - | - | - | - | - |
| Älter als 1 Jahr | | 3 | 1 | - | - | - | - | 1 * |
| Summe | | 26 | 19 | 12 (73,7 %) | 2(1) | 3(3) | - | 6 * (31,6%) |
| | Markraumschraube | 1 | 1 | - | - | 1(1) | -- | 1 (100,0%) |
| Gesamtsumme | | 73 | 52 | 28 | 8(2) | 11 | - | 15 * (28,8%) |

( ) Komplikationen

* Komplikation ohne Endergebnis

Tabelle 16 : Komplikationen nach Markraumfixation

| | | Ursachen | | | | Ergebnis | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Alter | Instabilität | Infektion | Inst.+Inf. | andere | gut mit OP | Vorbehalt ohne OP | unbefriedigend mit OP | unbefriedigend ohne OP | kein | Summe |
| KÜNTSCHER - Nagelung | 1-3 Mon. | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | 4-6 Mon. | 1(1) | - | - | 1 | - | - | - | 2 | | |
| | 7-9 Mon. | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | | |
| | 10-12 Mon. | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | älter | 3(2) | - | - | - | 1 | - | - | 2 | | |
| | Summe | 4(3) | - | 1 | 1 | 1 | - | - | 5 | | 6 |
| BÜNDEL- Nagelung | 1-3 Mon. | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | | |
| | 4-6 Mon. | - | 1 | 2 | - | - | 1 | - | 1 | 1 | |
| | 7-9 Mon. | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | | |
| | 10-12 Mon. | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | älter | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | |
| | Summe | 2 | 1 | 3 | - | - | 1 | - | 3 | 2 | 6 * |
| RUSH - Nagelung | älter als 1 Jahr | 2(1) | - | - | - | - | - | 1 | 1 | | 2 |
| Markraum-schraube | 10-12 Mon. | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | | 1 |
| | Summe der 4 Methoden | 9(4) | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 2 | 19 |

* 2 x operative Therapie ohne Kontrolle

( ) Dislocatio ad peripheriam

c. Plattenosteosynthese

Mit zunehmender Erfahrung in der Anwendung der Plattenosteosynthese gab man diesem Verfahren den Vorzug.

Neutralisations- und Zuggurtungsplatten kamen in nahezu gleicher Häufigkeit zur Anwendung (125 Neutralisationsplatten und 115 Kompressionsplatten). Um eine axiale Kompression zu erreichen, wurden in 50 Fällen Dynamische Kompressionsplatten (DCP) und 65 mal Rundlochplatten, letztere unter Zuhilfenahme eines Spanngerätes, verwendet.

In 59 Fällen war es aufgrund der Splitterung nicht möglich den Bruch mit interfragmentärer oder axialer Kompression zu fixieren. Unter diesen Voraussetzungen wurde die Platte ohne Kompression der Fragmente angebracht.

Bei starker Splitterung bzw. bei Splitterdefekten wurde besonders in den letzten Jahren regelmäßig autologe Spongiosa aus dem Darmbein oder dem Trochanter major transplantiert.

Von 299 mit Plattenosteosynthese versorgten Femurschaftfrakturen konnten 218 (72,9 %) nachuntersucht werden. Die letzte Kontrolle erfolgte nach durchschnittlich 4,1 Monaten.

161 Frakturen waren gut verheilt, 11 ließen ein gutes Ergebnis erwarten. 9 Patienten zeigten eine Lahmheit, die nicht durch die Femurschaftfraktur bedingt war (unbefriedigend, op-unabhängig). Bei 18 Hunden war das Resultat auch nach weiterer Therapie als unbefriedigend zu bezeichnen (Tabelle 17).

Die Zahl der Komplikationen lag mit 70 sehr hoch und betrug nahezu 1/3 der Kontrollen (32,1 %). Die Ursache für die Komplikationen lag meist in einer Instabilität, während Infektion allein oder in Kombination mit Instabilität seltener waren (Tabelle 18).

Bei 10 Patienten kam es nach der Implantatentfernung zu einer Refraktur. Hier hatte der Knochen seine ursprüngliche Festig-

keit noch nicht wieder erreicht. In 6 Fällen wurde die Platte zu früh (nach ∅ 2,8 Monaten) entfernt, während der Knochen bei den übrigen 4 Hunden stark spongiosiert war. In diesen 4 Fällen war jeweils eine für die Größe des Hundes sehr kräftige Platte verwendet worden, was auf eine "Stress protection" als Ursache schließen läßt.

27 dieser Komplikationen ließen sich durch einen 2. oder 3. operativen Eingriff, 6 ohne operative Maßnahmen zu einem guten Endergebnis bringen. Bei 28 Patienten blieb das Resultat unbefriedigend, 9 mal trotz einer erneuten Operation.

Komplikationen traten meist nach stark gesplitterten Brüchen auf (47 Komplikationen bei Frakturen mit großen und mittelgroßen Splittern, 23 bei Frakturen mit kleinen oder ohne Splitter). Lokalisiert waren die Frakturen mit nachfolgender Komplikation vor allem im mittleren Drittel (74,3 %), seltener im proximalen (17,1 %) und im distalen Drittel (8,6 %). Nach offenen Frakturen traten in 2 Fällen Komplikationen auf, die jedoch ihre Ursache in einer Instabilität, nicht in einer Infektion hatten.

Collies und große Windhundrassen waren besonders von Komplikationen betroffen. So wurde bei 15 von 20 nachuntersuchten Collies und bei allen kontrollierten großen Windhunden (3 Afghanen und 1 Barsoi) Komplikationen registriert.

In Verbindung mit Instabilität trat 24 mal ein Plattenbruch (13 Rundlochplatten und 11 DCP) auf. Die Platten brachen immer im Schraubenloch, davon 12 mal in einem schraubenfreien und 10 mal in einem mit Schraube gesetzten Loch. In 2 Fällen konnte dies nicht überprüft werden, da der Plattenbruch außerhalb der Klinik diagnostiziert wurde.

Vergleicht man die Komplikationsraten der verschiedenen Plattenosteosynthesen, so liegt die Zuggurtungsplatte mit 35,9 % an der Spitze, gefolgt von der Neutralisationsplatte mit 32,2 % und der Platte ohne Kompression mit 22,2 %. Die

DCP hatte sowohl als Neutralisationsplatte (40%) als auch als Zuggurtungsplatte (41 %) eine höhere Komplikationsrate als die Rundlochplatte mit 30,7% und 32,1 %. Die Erfolgsrate verhält sich entsprechend umgekehrt. Die besten Ergebnisse wurden mit der Platte ohne Kompression erzielt (83,3%), während die Neutralisationsplatte in 80 % der Fälle und die Zuggurtungsplatte in 76,1% der Fälle zum Erfolg führte.

Tabelle 17 : Behandlungsergebnisse nach Plattenosteosynthese

| | Alter in Monaten | behandelt | kontrolliert | Ergebnis: gut | gut mit Vorbehalt | unbefriedigend op.abhäng. | unbefriedigend op.unabhäng. | Komplikationen | Komplikationen ohne Ergebnis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Neutralisationsplatte | 1-3 | 2 | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| | 4-6 | 19 [2] | 15 [2] | [1] 10(3) | 2 | 2 | 1 [1] | 5 | - |
| | 7-9 | 19 [6] | 13 [5] | [4] 10 | - | 2 | - | 3 [1] | [1] |
| | 10-12 | 15 [1] | 11 [1] | [1] 11 | - | - | - | - | - |
| | Älter | 70 [12] | 49 [7] | [5] 35(11) | 2 | 6 [2] | 2 | 21 [5] | 4 |
| | Summe | 125 [21] | 90 [15] | [1] 67(14) (80,5%) | 5 | 10 [2] | 3 [1] | 29 [6] (32,2%) | 5 [1] (40%) |
| Zuggurtungsplatte | 1-3 | 3 | 3 | 2 | - | - | - | 1 | 1 |
| | 4-6 | 19 [10] | 15 [8] | 13(4) | - | 2 | - | 6 [4] | - |
| | 7-9 | 20 [7] | 17 [6] | 8(2) | 3 | 6 | - | 8 [4] | - |
| | 10-12 | 19 [9] | 12 [5] | 11(1) | - | - | 1 | 1 | - |
| | Älter | 54 [24] | 45 [20] | 32(8) | 1 | 7 | 3 | 17 [8] | 2 |
| | Summe | 115 [50] | 92 [39] | 66(15) (76,1 %) | 4 | 15 | 4 | 33 [16] (35,9%) | 3 |
| Reine Kompression | 1-3 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| | 4-6 | 6 | 2 | 2 | - | - | - | - | - |
| | 7-9 | 5 | 4 | 4(2) | - | - | - | 2 | - |
| | 10-12 | 9 | 8 | 7(1) | - | - | 1 | 1 | - |
| | Älter | 37 | 20 | 13(1) | 2 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| | Summe | 59 | 36 | 28(4) (83,3 %) | 2 | 3 | 2 | 8 (22,2%) | 1 |
| | Gesamt | 299 | 218 | 161(33) (78,9 %) | 11 | 28 | 9 | 70 (32,1%) | 9 |

( ) davon Komplikationen

[ ] davon DCP

Tabelle 18 : Komplikationen nach Plattenosteosynthese

| | Alter in Monaten. | Instabilität | Infektion | Inst.+Inf. | Refrakt. nach Entf. | gut mit OP | gut ohne OP | unbefriedigend mit OP | unbefriedigend ohne OP | kein |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Neutralisationsplatte | 1-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4-6 | 1 | - | 3 | 1 | 2 | 1 | - | 2 | - |
| | 7-9 | [1] | 1 | 1 | - | - | - | - | 2 | 1 |
| | 10-12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | älter | 16 [4] | 3 [1] | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 4 |
| | 29 [6] | 18 [5] | 4 [1] | 5 | 2 | 12 | 2 | 1 | 9 | 5 |
| Zuggurtungsplatte | 1-3 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| | 4-6 | [1] | - | 2 [1] | 3 [2] | 3 [2] | [1] | 1 | [1] | - |
| | 7-9 | [2] | 2 [1] | 2 [1] | 2 | 1 | [1] | 2 [1] | 4 [2] | - |
| | 10-12 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - |
| | älter | 12 [5] | - | 5 [3] | - | 8 [4] | - | 5 [2] | 2 [1] | 2 [1] |
| | 33 [16] | 16 [8] | 2 [1] | 9 [5] | 6 [2] | 13 [6] | [2] | 8 [3] | 7 [4] | 3 [1] |
| Platte ohne Kompression | 1-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4-6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 7-9 | 2 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - |
| | 10-12 | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - |
| | älter | 3 | - | - | 2 | 1 | - | - | 3 | 1 |
| | 8 | 5 | - | 1 | 2 | 2 | 2 | - | 3 | 1 |
| | Gesamt 70 | 30 [13] | 6 [2] | 15 [5] | 10 [2] | 27 | 6 | 9 | 19 | 9 |

[ ] davon DCP

d. Interfragmentäre Kompression mit Schrauben

Die Indikation zur Versorgung einer Femurschaftfraktur allein mit Schrauben wurde nur bei langen Schräg- bzw. Spiralfrakturen gestellt (7 Spiral- und 7 Schrägfrakturen).

Die Schraubung kam entweder bei Dackeln, wegen ihres kurzen gebogenen Femurschaftes, der zu Spiral- bzw. Schrägfrakturen neigt, oder bei ganz jungen Hunden bis zum Alter von 4 1/2 Monaten zur Anwendung. Von 14 mit Zugschrauben versorgten Femurschaftfrakturen wurden 8 nach durchschnittlich 3,1 Monaten nachkontrolliert. Das Endergebnis war in allen Fällen gut trotz einer Komplikation. Bei einem 3 Monate alten Boxer mit einer proximalen Femurschaftfraktur, die bis in den Trochanter major zog, rissen die Schrauben aus. Die anfänglich starke Dislokation und Achsenabweichung wurde jedoch im Laufe des Wachstums ausgeglichen, der Hund zeigte keine Beschwerden.

e. Andere Verfahren

Die perkutane Transfixation wurde nur einmal durchgeführt, bei einem 1 1/2 Jahre alten Bernhardiner mit einer distalen Schaftsplitterfraktur. Die Montage brach am Tag nach der Operation zusammen und der Hund wurde eingeschläfert.

Bei einem 3 Jahre alten Dalmatiner, der nach Schußverletzung eine offene distale Schafttrümmerfraktur mit Beteiligung des Kniegelenks erlitten hatte, wurde auf Wunsch des Besitzers eine Amputation vorgenommen. Nach Aussage des Besitzers hat sich der Hund gut daran gewöhnt.

## D. Diskussion

In Übereinstimmung mit PUGET et POMMERY (1959), GRONO (1964), THIMEL (1971) und SCARTAZZINI (1974) liegen die meisten Oberschenkelfrakturen beim Hund im Bereich des Schaftes. Diese Feststellung trifft nach FUCHS (1978) auch für die Katze zu.

Ca. die Hälfte der Patienten mit Femurschaftfrakturen waren Hunde im ersten Lebensjahr. Zu diesem Ergebnis kommen auch THIMEL (1971), MAYER (1977) und PFEIFFER (1977) in ihren Untersuchungen über Frakturen des gesamten Femur, des Unterschenkels und Unterarms. Spielfreude, Ungehorsam und Unerfahrenheit begründen hauptsächlich diese Beobachtungen.

Hunde großwüchsiger Rassen waren mit mehr als 50 % am häufigsten betroffen, während die kleinwüchsigen Rassen nur selten eine Femurschaftfraktur hatten. Dies bestätigt die Annahme THIMELs (1971), daß der Oberschenkel großwüchsiger Rassen bei Unfällen mit Kraftfahrzeugen gefährdeter ist. Einerseits liegt der Femur in Höhe der Stoßstange, andererseits können auf Grund seiner Länge größere Hebelkräfte wirksam werden als bei dem kurzen Oberschenkel kleinwüchsiger Rassen. In der Rassenverteilung der kniegelenk(nahen) Femurfraktur dagegen lagen die kleinen Hunde an der Spitze (THIMEL, 1971, KÖSTLIN, 1973). Deutscher Schäferhund, Pudel und Dackel werden auch von THIMEL (1971), KÖSTLIN (1973), BRUNNBERG (1974), PFEIFFER (1977) und MEYER (1977) als bevorzugte Rassen angegeben. Sie sind wohl die beliebtesten Rassen im Einzugsgebiet der Münchner Klinik.

Wie in der Besprechung der Rassenverteilung bereits angedeutet entstanden Femurschaftfrakturen zu 75 % infolge eines Unfalles im Straßenverkehr. Dies gilt auch für Frakturen anderer Extremitätenknochen (THIMEL, 1971, KÖSTLIN, 1973, MEYER, 1977, PFEIFFER, 1977). Eine Ausnahme besteht bei der

Humerusfraktur mit Beteiligung des Ellbogengelenks, in deren Anamnese meist ein Sprung genannt wird (BRUNNBERG, 1974).

Der Verkehrsunfall als Hauptursache des Oberschenkelschaftbruches erklärt auch die hohe Zahl der Patienten mit zusätzlichen Verletzungen (37 %). In 11 % der Fälle waren diese lebensbedrohlich. Seltener dagegen wurden schwerwiegende Verletzungen in Zusammenhang mit Unterarm - und Unterschenkelfrakturen von MEYER (1977) und PFEIFFER (1977) beobachtet.

Die sehr hohe Zahl polytraumatisierter Patienten aus den kleinwüchsigen Hunderassen mit Femurschaftfraktur unterstreicht die Hypothese von THIMEL (1971) und KÖSTLIN (1973), daß großwüchsige Hunde vom Kraftfahrzeug weggeschleudert, kleinwüchsige Rassen aber häufig überrollt werden. Sie sollte zudem ermahnen, die Untersuchung nicht nur auf den offensichtlichen Bereich der Fraktur zu beschränken.

Die Untersuchung ergab, daß der Femurschaft in 61 % der Fälle im mittleren Drittel brach. Auch THIMEL (1971) kam zu diesem Ergebnis. Eine Erklärung ist, daß bei direktem Trauma an dieser Stelle aus physikalischen Gründen die geringste Krafteinwirkung nötig ist, um zur Fraktur zu führen. Zudem weist LUIGGI (1951) nach, daß bei Torsionsfrakturen der Knochen im Bereich seines kleinsten Umfangs die geringste Bruchfestigkeit besitzt. Diese Stelle liegt beim Femur des Hundes etwas proximal der Mitte (MÜLLER, 1955). Bei der Katze, deren Femurdiaphyse einen relativ einheitlichen Durchmesser aufweist, ist dennoch die Fraktur im mittleren Schaftdrittel am häufigsten (FUCHS, 1978). KÖSTLIN (1973) stellt fest, daß 92 % der kniegelenk(nahen) Femurfrakturen eines Hundes bis zu 1 Jahr vorkommen. Dies wird auch von THIMEL (1971) bestätigt. Während des Wachstums liegt zusätzlich eine Zone geringer Bruchfestigkeit als "Locus minoris resistentiae" im Bereich der Meta- und Epiphyse

des Femur vor. Dennoch ist auch beim jungen Hund der Schaft häufigste Lokalisation der Oberschenkelbrüche.

Eine Altersdisposition ergab sich auch für Splitter- und glatte Frakturen des Femurschaftes. Bei jungen Hunden wurden wesentlich mehr glatte Frakturen diagnostiziert als bei erwachsenen. Die Erklärung hierfür dürfte in der höheren Elastizität des wachsenden Knochens liegen. Insgesamt überwiegen jedoch die Splitterfrakturen am Femurschaft mit 56 %. Nach SCHEBITZ und BRASS (1975) entstehen Splitterbrüche durch Quetschungen infolge eines direkten Traumas. Dies wirkt auf den Femur bei Unfällen dann ein, wenn sich der Oberschnekel in Höhe der Stoßstange befindet. Im Gegensatz hierzu gibt THIMEL (1971) die Zahl der Splitterbrüche mit nur 25 % an. Eventuell wurde dabei der noch zu erkennenden Grundform der Fraktur mehr Beachtung geschenkt.

Im Gegensatz zur Fraktur mit Gelenkbeteiligung ist für die Wiederherstellung einer uneingeschränkten Gliedmaßenfunktion bei Schaftfrakturen keine anatomisch exakte Reposition erforderlich. Einzelbeobachtungen haben bestätigt, daß Verkürzungen des Femurs durch Änderung der Winkelstellung in den Gelenken kompensiert werden können, und daß beim jugendlichen Knochen Achsenknickungen während des Wachstums ausgeglichen werden (MÜLLER, 1955, KÖSTLIN, 1973). Rotationsfehler hingegen werden nicht ausgeglichen. So wurde stets eine Lahmheit festgestellt, wenn eine Dislocatio adperipheriam (3 mal nach konservativer Behandlung, 4 mal nach Markraumfixation) bestand. Bei keinem dieser Patienten war eine sekundäre Arthrophathia deformans der benachbarten Gelenke nachweisbar. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag im Durchschnitt bei 3 Monaten.

Eine Aussage über die Leistungsfähigkeit der konservativen Therapie ist anhand der eigenen Untersuchungen nicht möglich. Trotz intensiver Bemühungen konnten nur wenige

konservativ versorgte Frakturen kontrolliert werden. Bemerkenswert erscheint dennoch, daß 5 von 12 Hunden auf Grund einer Achsenfehlstellung lahmten. In der Literatur werden dagegen Heilungsraten von 73 bis 100 % angegeben (siehe Tab. 3).

Nach Markraumfixation wurde mit einer Heilungsrate von 69 % (Tab. 19) ebenfalls ein schlechteres Resultat ermittelt als in anderen Untersuchungen (durchschnittlich 81 %). Man muß allerdings berücksichtigen, daß die Beurteilungskriterien unterschiedlich sind bzw. von manchen Autoren gar nicht definiert wurden.

Es hat sich gezeigt, daß nur wenige der beim Hund vorkommenden Oberschenkelschaftbrüche von der Markhöhle aus stabil zu fixieren sind. Selbst Quer- und kurze Schrägfrakturen des mittleren Diaphysendrittels eignen sich selten, weil sie meist von Fissuren begleitet sind, die schon bei der frühen Belastung gesprengt werden können. Eine zu weit gefaßte Indikation war neben der Wahl eines zu kurzen oder zu dünnen Nagels die häufigste Ursache schlechter Ergebnisse bei der Markraumfixation. Daß mit der Bündelspickung ein besseres Endresultat zu verzeichnen war als nach Küntscher- und Rushnagelung ist wohl darauf zurückzuführen, daß dieses Verfahren fast ausschließlich beim jungen Hund zur Anwendung kam. Dank der guten Reparationsfähigkeit des wachsenden Knochens hatte die hier besonders häufig aufgetretene Instabilität, die sich in Implantatwanderung,und überschüssiger Kallusbildung zeigte, keine nachteiligen Folgen.

Bohrdrähte, die am proximalen Ende nicht umgebogen waren, wanderten nicht selten durch die Haut und stellten so ein erhöhtes Infektionsrisiko dar. Infektionen, die bei der Bündelnagelung häufiger als bei anderen Osteosyntheseverfahren vorkamen, wurden vor allem dann beobachtet, wenn

der Markraum ausgefüllt worden war. Es liegt deshalb nahe, in der starken Schädigung der Medullargefäße eine infektionsfördernde Ursache zu vermuten. Als Vorteil dieser Methode bestätigte sich die in der Literatur beschriebene gute Rotationsstabilität. Während nach Rush-Nagelung und nach Küntscher-Nagelung 3 Drehungsfehler auftraten, wurde bei mit Bündelspickung versorgten Frakturen keine dislocatio ad peripheriam festgestellt.

Vereinzelt wurden bei ganz jungen Hunden (bis zu 3 Monaten) nur 2 - 3 Bohrdrähte zur Adaptation der Fragmente verwendet. Diese Minimalosteosynthese hat sich mit zusätzlicher Käfigruhe hier gut bewährt.

Gute Ergebnisse wurden auch durch interfragmentäre Kompression allein mit Schrauben erzielt. Dieses Verfahren wurde selten angewendet, weil die hierfür geeigneten langen Schräg- und Spiralfrakturen am Femurschaft selten vorkommen. Beim Dackel, dessen kurzer gebogener Oberschenkel die häufigsten Frakturen dieser Form aufweist, gewährleistet die Schraubung eine ausreichende Stabilität. Bei Hunden großwüchsiger Rassen hingegen genügen Schrauben allein in der Regel nicht. Dies war auch der Grund, weshalb es bei einem 3 Monate alten Boxer zum Ausriß der Implantate kam. Daß die Fraktur dennoch gut verheilte, war der Remodellierungsfähigkeit des jungen Knochens zuzuschreiben.

Eine Beurteilung der perkutanen Fixation ist bei nur einmaliger Anwendung nicht möglich. Ebenso kann die nur in einem Fall als ultima ratio durchgeführte Amputation der Hinterextremität nicht bewertet werden.

Die Plattenosteosynthese wurde auf Grund ihrer vielseitigen Eignung am häufigsten angewandt. Über ihre Leistungsfähigkeit bei Femurschaftfrakturen des Hundes liegen bislang nur wenige Zahlenangaben vor. Bei den eigenen Untersuchungen erwies sich die Platte mit einer Heilungsrate von fast

79 % der Markraumfixation überlegen. Allerdings mußte hier auch ein hoher Prozentsatz an Komplikationen in Kauf genommen werden. Dieser war vor allem in den ersten Jahren des Untersuchungszeitraums durch die noch mangelnde technische Erfahrung bedingt. So wurden z.B. zu kurze oder zu schwache Platten verwendet, nicht mindestens 3 Schrauben in jedem Hauptfragment verankert, oder die Platte dem Knochen nicht korrekt anmodelliert.

Wesentliche Gründe für die hohe Komplikationsrate liegen jedoch auch in ungünstigen Gegebenheiten, die die Indikation zur Plattenosteosynthese stellten. So wurden überwiegend Splitterbrüche mit Platten versorgt. Sie hatten neben erheblicher Weichteiltraumatisierung oft schwierige Montagen mit langer Operationsdauer und den sich hieraus ergebenden Konsequenzen für die Wundheilung zur Folge.

Häufigstes Problem im Heilungsverlauf war die Instabilität. Während beim Menschen nur eine übungsstabile Osteosynthese erforderlich ist, um Muskel- und Gelenktraining zu ermöglichen, läßt sich beim Hund eine rücksichtslose Belastung schon nach kurzer Zeit nicht mehr verhindern. Die Anforderungen, die an eine belastungsstabile Osteosynthese gestellt werden, sind jedoch speziell am Oberschenkelschaft sehr hoch.

Durch die Tatsache, daß die Schubkraft bei der Vorwärtsbewegung vorwiegend von der Beckengliedmaße ausgeht und durch die Winkelstellung des Femurs zur Schwerpunktachse kommt es zu einer starken Biegebeanspruchung des Knochens. Einerseits verhindert die Lage der Patella bzw. das Kniegelenk in vielen Fällen die Anbringung der Platte auf der dorsolateral liegenden Zugseite des Femurs, andererseits ist die Rekonstruktion der Druckseite durch Splitterdefekte oft nicht möglich. Die Platte wird deshalb häufig nicht nur auf Zug sondern auch auf Biegung beansprucht und bricht wenn das Metall ermüdet. Als Ausweg wurde gelegentlich eine im Verhältnis zur Größe des Hundes sehr kräftige Platte verwendet.

Hierdurch kam es infolge der "stress protection" in 4 Fällen zur Refraktur. Plattenbrüche ereigneten sich stets im Schraubenloch, das bei einer Instabilität einen Locus minoris resistentiae darstellt. Da bei einer Reihe von Splitterbrüchen ohnehin nicht alle Schraubenlöcher im Frakturbereich besetzt werden können, fordern MEYER und RAUTENBERG (1977), daß Platten mit längerem schraubenlochfreien Mittelstück in den Handel gebracht werden sollten.

Nach Verwendung der DCP kam es häufiger zu Komplikationen als bei der Rundlochplatte. Kennzeichnend für die DCP sind orale Schraubenlöcher, die im Falle einer Resorption an den Bruchenden den Schrauben mehr Spiel einräumen, sodaß es zur Instabilität kommen kann.

Überraschend gut waren die Resultate bei Frakturen deren Fragmente ohne Kompression durch eine Platte adaptiert worden waren. Solche Osteosynthesen wurden meist als Notlösung bei kleinwüchsigen Hunden angewendet, wo die Anbringung eines Plattenspanngerätes schwierig war. Diese guten Ergebnisse sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß es sich vorwiegend um glatte Brüche handelte, und daß kleine Hunde die verletzte Gliedmaße geschickter entlasten.

Auffallend hoch war die Komplikationsrate beim Collie und bei großen Windhundrassen, obgleich hier nicht nur prognostisch ungünstige Frakturformen vorlagen. Möglicherweise spielt der zierliche Knochenbau dieser Rassen und die im Verhältnis dazu kräftige Muskulatur eine Rolle.

Bei Hunden im 1. Lebensjahr wurde unabhängig vom Behandlungsverfahren ein besseres Heilungsergebnis erzielt, als bei erwachsenen. Dies stimmt mit der Feststellung THIMELs (1971) überein und ist in der geringeren Sprödigkeit und besseren Heilungstendenz des wachsenden Knochens begründet. Die wenigsten Komplikationen traten bei Hunden im Alter von

10 - 12 Monaten auf. Vermutlich ist hier die im Vergleich zum jüngeren Hund bessere Festigkeit des Knochens und die daraus resultierende festere Verankerung der Implantate mitverantwortlich.

Faßt man die Ergebnisse aller Behandlungsverfahren zusammen, so ergibt sich für die Femurschaftfrakturen beim Hund eine Heilungsrate von 76 %.

FUCHS (1978) ermittlete mit den selben Beurteilungskriterien ein annähernd gleiches Heilungsergebnis bei Femurschaftfrakturen der Katze. Die höhere Komplikationsrate beim Hund (31%) überrascht nicht, wenn man die im Vergleich zur Katze stärkere und meistens auch rücksichtslosere Belastung der verletzten Gliedmaße in Betracht zieht.

Tabelle 19 : Therapieverfahren, Heilungs- und Komplikationsrate

| Therapie | kontrolliert | gut und gut mit Vorbehalt | unbefriedigend behandl.abhäng. | Komplikationen |
|---|---|---|---|---|
| konservativ | 12 | 5 (41,7%) | 5 (41,7 %) | 5 (41,7 %) |
| Markraum | 52 | 36 (69,2 %) | 11 (21,2 %) | 15 (28,8 %) |
| Platte | 218 | 172 (78,9 %) | 28 (12,8 %) | 70 (12,5 %) |
| Schraube | 8 | 8 (100 %) | - | 1 (12,5 %) |
| Summe | 290 | 221 (76,2 %) | 44 (15,2 %) | 91 (31,4 %) |

## E. Zusammenfassung

Einleitend wird anhand der Literatur ein Überblick über Häufigkeit, Ursache, Form und Behandlung der Femurschaftfrakturen beim Hund gegeben.

Von 1970 - 1977 wurden 512 Hunde mit 514 Femurschaftfrakturen in die Chirurgische Universitätstierklinik München eingeliefert. Die Patienten waren meist junge Hunde (51 % bis zu 1 Jahr) großwüchsiger Rassen (56,8 %), die zu 75 % einen Autounfall erlitten hatten. Ein großer Teil dieser Patienten war polytraumatisiert (37 %), 11 % hatten lebensbedrohliche Verletzungen. Die Frakturen waren meist gesplittert (73 %) und lagen zu 61 % im mittleren Schaftdrittel.

73 Hunde wurden konservativ mit Ruhe oder Thomasschiene, 388 operativ mit Markraumfixation (73), Plattenosteosynthese (299), Schraubung (14), perkutaner Transfixation (1) bzw. Amputation (1) behandelt. 12 % der konservativ und 72 % der operativ versorgten Patienten konnten nachuntersucht werden.

Mit der Plattenosteosynthese wurde ein besseres Endresultat erzielt als nach Markraumfixation. Allerdings mußten bei diesem Verfahren auch mehr Komplikationen in Kauf genommen werden. Hauptursachen für Komplikationen waren operationstechnische Fehler und eine zu weit gefaßte Indikationsstellung.

Summary

With reference to the literature a general view is given about frequency, etiology, form and therapy of fractures of the shaft of the femur in dogs.

From 1970 up to 1977 512 dogs with 514 fractures of the shaft of the femur were hospitalized in the Surgical Department of the Veterinary Clinic in Munich. Most of these patients were one year old, or less (51 %) and of large breeds (56,8 %), 75 % of them had a road accident. 37 % of these patients were polytraumatised, 11 % had life threatening injuries. Most of the fractures were comminuted and located in the mid - shaft (61 %).

73 dogs were treated conservatively in form of case rest or Thomas - splint. 388 got an operative treatment like intramedullary fixation (73), bone - plating (299), screws (14), percutaneous transfixation (1) or amputation (1). 12 % of the conservatively and 72 % of the operatively treated patients were rechecked.

Bone plating showed better results than the intramedullary fixation. On the other hand the rate of complications was higher by bone - plating. The main reason for this were mistakes in the operative technique as well as overvalued [illegible] tions.

F. Literaturverzeichnis

ALLGÖWER, M. (1972): Allgemeine und spezielle Chirurgie. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.

ANDERSON, L.D. (1966): Fracture fixation: how various methods affect healing. Med. Vet. Pract. 47, 53.

BECKER, E. (1959): Über die Osteosynthese bei kleinen Haustieren und kleinen landwirtschaftlichen Nutztieren mit Hilfe eines hierfür zusammengestellten Instrumentariums. Dtsch. tierärztl. Wschr. 66, 345.

BRADEN, T.D. and W.O. BRINKER (1973): Effect of certain internal fixation devices on functional limb usage in dogs. J. Amer. Vet. Med. Ass. 162, 642.

BRADEN, T.D., W.O. BRINKER, R.W. LITTLE, R.B. JENKINS and D. BUTLER (1973): Comparative biomechanical evaluation of bone healing in the dog. J. Amer. Vet. Med. Ass. 163, 65.

BRADEN, T.D. and W.O. BRINKER (1976): Radiologic and gross anatomic evaluation of bone healing in the dog. J. Amer. Vet. Med. Ass. 169, 1318.

BRUNNBERG, L. (1974): Humerusfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenks. Vet. Diss. München.

CARTER, H.E. (1964): The clinical approach to fractures in small animals. Vet. Rec. 76, 1412.

DAMBE, L.T., K. SAUR und L. SCHWEIBERER (1978): Revaskularisation frischer homologer Knochentransplantate in der Diaphyse des Röhrenknochens beim Hund. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 92, 35.

DANIELS, H. (1972): Grundlagen der AO - Osteosynthese bei Groß- und Kleintieren.
Prakt. Tierarzt 53, 473.

DIETZ, O. und E.-LI (1976): Rush Pinning beim Kleintier.
Mhefte Vet. Med. 31, 99.

EISENMENGER, E. (1974): Die Bündelnagelung nach Hackethal bei Kleintierfrakturen.
Archiv für tierärztliche Fortbildung 1, 270.

FRIEDRICH, B. und H.-K. KAUFNER (1975): Infektionen nach Osteosynthesen an Ober- und Unterschenkel.
Chirurg 46, 160.

FRIEDRICH, B. und W. ROMEN (1975): Biomechanische Stabilität und posttraumatische Osteomyelitis.
Helv. Chir. Acta 42, 31.

FUCHS, R. (1978): Femurschaftfrakturen bei der Katze.
Vet. Diss. München.

GRONO, L.R. (1964): Treatment of femoral fractures in the dog.
Aust. vet. J. 40, 172.

GUGGENBÜHL, U., P. HAUSER, P. HUTZSCHENREUTER, F. KÁSA, G. KÁSA und B. v. SALIS (1973): Belastungsstabile Osteosyntheseverfahren bei Frakturen des Hundes.
Kleintierpraxis 18, 175.

HAUSER, P. (1974): Spongiosaplastik in der veterinär- orthopädischen Chirurgie.
Archiv für tierärztliche Fortbildung 1, 177.

HICKCOX, J.P. (1970): Treatment of fractures with hirsch-horn compression plates.
J. Amer. Vet. Med. Ass. 156, 197.

HOHN, R.B. (1973): Plate fixation of comminuted femoral shaft fractures in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Ass. 162, 646.

HOLZ, U., M. HEYD, W. HEMMINGER und G. LANGE (1977): Typische Implantatbrüche im klinischen und metallkundlichen Bild.
Akt. Traumatologie 7, 165.

HÜBNER, S., B. SCHAEFER und E. BÖHM (1974): Erfahrungen mit der Transfixation.
Archiv für tierärztliche Fortbildung 1, 262.

KÁSA, G. und F. KÁSA (1975): Ziele und Grundsätze der Veterinärarbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO - vet).
Prakt. Tierarzt 56, 43.

KÖSTLIN, R.G. (1973): Kniegelenk(nahe) Frakturen des Femurs bei Hund und Katze.
Vet. Diss. München.

KRAAIJENHAGEN, P. (1975): Die Markraumnagelung, Indikation und Beschreibung der Techniken nach Küntscher, Hackethal, Steinmann und Rush.
Prakt. Tierarzt 56, 48.

KÜNTSCHER, G. (1940): Die Marknagelung von Knochenbrüchen. Tierexperimenteller Teil.
Klinische Wochenschrift 19, 6.

LAWSON, D.D. (1963): Modern trends in animal health and husbandry. The management of fractures in domestic animals I.
Brit. vet. J. 119, 409.

LEONARD, E.P. (1971): Orthopedic surgery of the dog and cat.
W.B. Saunders Company, Philadelphia - London - Toronto.

LUIGGI, A. (1951): Die Bruchfestigkeit des Knochens des Hundes.
Vet. Diss. Zürich.

MEYER, H. (1977): Unterarmfrakturen des Hundes, Behandlung und Ergebnis.
Vet. Diss. München.

MEYER, W. und H. RAUTENBERG (1977): Können in der operativen Frakturbehandlung Metallbrüche durch Verwendung von Platten mit lochfreiem Mittelteil verhindert werden?
Chir. Praxis 22, 659.

MÜLLER, H. (1955): Leistungsfähigkeit und Grenzen der konservativen und operativen Frakturbehandlung in der Veterinärmedizin.
Mhefte Vet. Med. 10, 313.

MÜLLER, L.F. (1975): Unfallfolgen aus klinischer Sicht.
Prakt. Tierarzt 56, 10.

MÜLLER, M.E., M. ALLGÖWER und H. WILLENEGGER (1969): Manual der Osteosynthese.
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.

MÜLLER, M.E. (1971): Biomechanische Fehlleistungen.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 329, 1144.

MUHR, G. und O. TRENTZ (1975): Ursachen, Therapie und Behandlungsergebnisse verzögerter knöcherner Heilung nach Platten- Osteosynthesen.
Akt. Traumatologie 5, 1.

PFEIFFER, CH. (1977): Unterschenkelfrakturen beim Hund.
Vet. Diss. München.

PIERMATTEI, D.L. (1969): Construction of the Thomas splint.
Vet. Med./ Small Anim. Clin. 41

POIEUR, W.D. (1977): Pseudarthrosen beim Hund.
Kleintierpraxis 22, 279.

PUGET, E. et J. POMMERY (1959): Notes d' Osteosynthèse sur les Carnivores domestiques.
Rev. Méd. vét. 110, 201.

SAUR, K., L.T. DAMBE und L. SCHWEIBERER (1978): Experimentelle Untersuchungen zum Einbau autologer Spongiosa in die Compacta des Röhrenknochens.
Arch. orthop. Traumat. Surg. 92, 211.

SCARTAZZINI, R. (1974): Femurfrakturen.
Archiv für tierärztliche Fortbildung 1, 228.

SCHEBITZ, H. (1949): Kallusbildung bei der Marknagelung.
Mhefte Vet. Med. 4, 213.

SCHEBITZ, H. und W. BRASS (1975): Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.
Verlag Paul Parey, Berlin - Hamburg.

SCHENK, R. und H. WILLENEGGER (1963): Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochenkompakta nach experimentellen Osteotomien am Hund.
Experimentia 19, 593.

SCHENK, R. und H. WILLENEGGER (1964): Zur Histologie der primären Knochenheilung.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 308, 440.

SCHENK, R.K. und H.R. WILLENEGGER (1977): Zur Histologie der primären Knochenheilung.
Unfallheilkunde 80, 155.

SCHENK, R.K. (1978): Die Histologie der primären Knochenheilung im Lichte neuer Konzeptionen über den Knochenumbau.
Unfallheilkunde 81, 219.

SCHMIDTKE, H.-O. (1975): Die konservative Frakturbehandlung. Möglichkeiten und Grenzen.
Prakt. Tierarzt 56, 41.

SCHULZE, W. und H. SCHNEIDER (1956): Zur Frakturbehandlung beim Hund mit besonderer Berücksichtigung der Femurfraktur.
Tierärztl. Umschau 11, 102.

SCHWEIBERER, L., A. van de BERG und L. DAMBE (1970): Das Verhalten der intraossären Gefäße nach Osteosynthese der frakturierten Tibia des Hundes.
Therapiewoche, 1330.

SINGLETON, W.B. (1966): Limb fractures in the dog and cat. - V. Fractures of the hind limb.
J. small Anim. Pract. 7, 163.

SUPPIGER, F.X. (1957): Intramedulläre Frakturfixation nach Rush bei Hund und Katze.
Zbl. Vet. Med. 4, 907.

TEICHMANN, P. (1961): Ein kasuistischer Beitrag zur extrakutanen und intramedullären Osteosynthese in der Modifikation nach Becker.
Kleintierpraxis 6, 97.

THIMEL, H. (1971): Die Femurfraktur beim Hund, Behandlung, Komplikationen und Ergebnis in den Jahren 1959 - 1969.
Vet. Diss. München.

WILLENEGGER, H., S.M. PERREN und R. SCHENK (1971): Primäre und sekundäre Knochenbruchheilung.
Chirurg 42, 241.

WINSTANLEY, E.W. (1974): Aspects of the compression treatment of fractures.
Vet. Rec. 95, 430.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. H. SCHEBITZ für die Überlassung des Themas und die mir gewährte Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Frau Dr. MATIS möchte ich herzlich für die wertvollen Anregungen zu meiner Arbeit danken.

Lebenslauf

Am 18. März 1950 wurde ich in Celle als Tochter des Ingenieurs Gerhard Buchhorn und seiner Frau Anneliese, geb. Gerken geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule in München erwarb ich 1969 das Zeugnis der Reife am Elsa - Brandström Gymnasium München Pasing. Im Sommersemester 1970 begann ich das Studium der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Lugwig - Maximilians - Universität München und beendete es mit dem Staatsexamen.

Seit November 1976 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Chirurgischen Universitätstierklinik in München tätig.